

ICS 13.020.40

J 88

备案号:

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 13733—20□□

工业有机废气蓄热催化燃烧装置

Regenerative catalytic oxidizer for treatment of industrial organic waste gas

(报批稿)

20□□—□□—□□发布

20□□—□□—□□实施

目次

前 言	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 分类和型号表示方法.....	3
5 适用条件.....	4
6 技术要求.....	4
7 试验方法.....	6
8 检验规则.....	7
9 标牌、标志、包装、运输和贮存.....	7

前言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由机械工业环境保护机械标准化技术委员会（CMIF/TC7）归口。

本标准起草单位：华南理工大学、重庆科蓝环保实业有限公司、浙江菲达环保科技股份有限公司、恩国环保科技（上海）有限公司、中机生产力促进中心、杭州天祺环保设备有限公司、海湾环境科技（北京）股份有限公司、青岛华世洁环保科技有效公司、苏州克兰茨环境科技有限公司、嘉园环保股份有限公司、广州同胜环保科技有限公司、武汉凯迪电力环保有限公司、南京兴泰龙特种陶瓷有限公司、浙江大学能源工程设计研究院有限公司、绍兴市质量技术监督检测院、广东颢禾环保有限公司、广州朗加环保科技有限公司、上海肯石环保科技有限公司。

本标准主要起草人：叶代启、吴军良、杜银山、酆建国、代强、杨峥雄、付名利、黄皓旻、韩璐遥、李哲、刘国强、王彩珍、梁鹏、罗福坤、沈忠昫、赵红、龙凌志、董宏、张卫、骆明儿、曾荣辉、梁继锋、王勇。

本标准为首次发布。

工业有机废气蓄热催化燃烧装置

1 范围

本标准规定了工业有机废气蓄热催化燃烧装置（RCO）的术语和定义、分类和型号表示方法、适用条件、技术要求、试验方法、检验规则、标牌、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于工业有机废气净化用蓄热催化燃烧装置。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3003 耐火材料 陶瓷纤维及制品

GB 4053（所有部分） 固定式钢梯及平台安全要求

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 11835 绝热用岩棉、矿渣棉及其制品

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 16400 绝热用硅酸铝棉及其制品

GB/T 19839 工业燃油燃气燃烧器通用技术条件

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

HG/T 20642 化学工业炉耐火陶瓷纤维炉衬设计技术规定

HJ/T 389 环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化装置

JB/T 2379 金属管状电热元件

JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件

JC/T 2135 蜂窝陶瓷蓄热体

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业有机废气 **industrial organic waste gas**

工业过程排出的含挥发性有机物的气态污染物。

3.2

挥发性有机物 **volatile organic compounds**

VOCs

参与大气光化学反应的有机化合物，或根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物。

3.3

蓄热催化燃烧装置 regenerative catalytic oxidizer

RCO

利用 VOCs 氧化催化剂的作用，催化氧化有机废气中的 VOCs，同时利用蓄热体的蓄热能力对 VOCs 氧化反应产生的热量和加热设备产生的热量进行循环利用的工业有机废气净化装置。

注：主要由换向阀门、蓄热床、催化床（一个催化床连接一个蓄热床，二者数量一致）、加热设备（电加热器或燃烧器）、壳体、控制系统、安全装置及其附属设备等组成。

3.4

蓄热体 heat transfer media

实现热量储存和释放的材料。

3.5

VOCs 氧化催化剂 catalyst for VOCs oxidation

通过催化作用使 VOCs 氧化的催化剂。

3.6

隔热层 heat insulation lagging

为绝热、保温、稳定操作和防烫伤等目的而采用的具有良好隔热性能和其他物理性能的隔热体。

3.7

换向阀门 divert valve

改变待处理废气和净化后排气流向，实现蓄热体的热量储存与释放的阀门。

3.8

自持燃烧 self-sustaining combustion

RCO 加热设备关闭，仅依靠废气中 VOCs 氧化过程中所释放的热量即可平衡 RCO 的散热损失以及废气温度升高所需的热量，并维持 RCO 催化床反应温度的工作状态。

3.9

爆炸下限 **lower explosive limit**

LEL

可燃气体或蒸气与空气混合后能发生爆炸的最低浓度。

3.10

空速 **space velocity**

单位时间内单位体积催化剂所处理的废气体积流量。

注：单位为立方米每小时每立方 ($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^3)$)，简写为小时负一次方 (h^{-1})。

3.11

净化效率 **destruction and removal efficiency**

DRE

RCO 处理后的 VOCs 质量流量与进入 RCO 的 VOCs 质量流量之比。

$$DRE = \frac{C_{in}Q_{in} - C_{out}Q_{out}}{C_{in}Q_{in}} \times 100\%$$

式中：

DRE ——RCO 净化效率，单位为百分比（%）；

C_{in} ——RCO 进口 VOCs 的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ，干基、标态）；

C_{out} ——RCO 出口 VOCs 的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ，干基、标态）；

Q_{in} ——RCO 进口气体流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ，干基、标态）；

Q_{out} ——RCO 出口气体流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ，干基、标态）。

3.12

热回收效率 thermal recovery efficiency

TRE

实际利用的热量（用实际温差值表示）与最大可能利用的热量（用最大可能的温差值表示）之比。

$$TRE = \frac{t_3 - t_2}{t_3 - t_1} \times 100\%$$

式中：

TRE ——热回收效率，单位为百分比（%）；

t_1 ——额定稳定工况下，一个周期内 RCO 进口气体的平均温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t_2 ——额定稳定工况下，一个周期内 RCO 出口气体的平均温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t_3 ——RCO 内部催化床高温侧温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

3.13

压力损失 pressure drop

气流通过 RCO 的阻力，即进口与出口处平均全压之差，单位为帕（Pa）。

3.14

热旁通 hot-side bypass

应对高浓度有机废气处理，在 RCO 内部增设的热量导出装置。

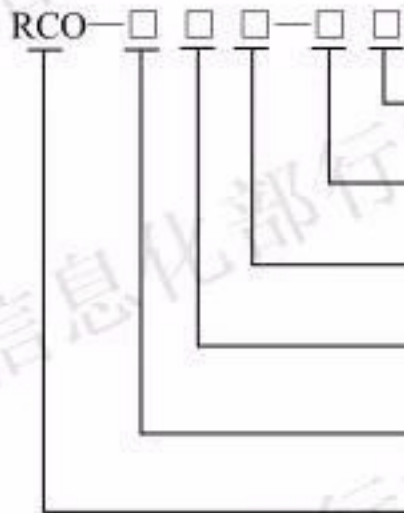
注：实现 RCO 内部温度稳定，保障运行安全。

4 分类和型号表示方法

4.1 按蓄热床数量分为两床式、三床式和多床式。

4.2 按换向阀门型式分为开合式（蝶阀、提升阀、推拉阀等）和旋转式（旋转阀等）。

4.3 RCO 型号由英文字母和阿拉伯数字组成，其型号表示方法如下：



附加字母 (标准型 A (可省略), 防爆型 B, 防腐型 C);
 额定风量 (m^3/h , 干基、标态);
 加热形式 (燃料加热 F, 电加热 E);
 换向阀门型式 (开合式 C, 旋转式 R);
 蓄热床数量 (个);
 蓄热催化燃烧装置。

示例: RCO-3CE-5000B 表示: 三床式、采用开合阀门、电加热、额定风量为 $5000m^3/h$ (干基、标态) 的防爆型 RCO。

5 适用条件

5.1 根据热量平衡计算, 进入 RCO 的 VOCs 浓度宜达到自持燃烧所需浓度值。

5.2 进入 RCO 的有机废气中可燃气体最高允许浓度应低于最易爆组分或混合气体爆炸下限 (LEL) 的 25% (25℃), 即有机废气中混合可燃气体的浓度 $P < \min (P_e, P_m) \times 25\%$, P_e 为最易爆组分爆炸下限值 (%), P_m 为混合可燃气体爆炸下限值 (%), P_m 按式 (1) 计算:

$$P_m = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) / (V_1/P_1 + V_2/P_2 + \dots + V_n/P_n) \quad \dots \quad (1)$$

式 (1) 中:

P_1, P_2, \dots, P_n ——有机废气中各组分的爆炸下限值, 单位为百分比 (%);

V_1, V_2, \dots, V_n ——有机废气中各组分所占的体积百分数, 单位为百分比 (%);

n ——有机废气中所含可燃气体的种数。

爆炸下限值 (P_e 和 P_m) 应根据 RCO 催化氧化反应温度按式 (2) 进行修正:

$$LEL_t = LEL_{25} [1 - 0.000784(t - 25)] \quad \dots \quad (2)$$

式 (2) 中:

LEL_{25} ——25℃时的爆炸下限值, 单位为百分比 (%);

t ——催化反应温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

5.3 进入 RCO 的工业有机废气中颗粒物浓度应不大于 10 mg/m^3 。

5.4 工业有机废气中含有硫化物、卤素、重金属、有机硅和高沸点油质等易造成 VOCs 氧化催化剂中毒或蓄热体蓄热性能下降的成分时，应在进入 RCO 前进行预处理，或者采用专用催化剂及蓄热体。

6 技术要求

6.1 基本要求

6.1.1 RCO 应按照规定程序批准的图纸和技术文件制造。

6.1.2 材料与部件要求：

6.1.2.1 VOCs 氧化催化剂应有质检部门出具的合格证明，并符合 HJ/T 389 中关于催化剂性能的规定。

6.1.2.2 蓄热体应有质检部门出具的合格证明。蓄热体宜选用堇青石、莫来石、石英陶瓷等材质，性能应符合 JC/T 2135 的规定。蓄热体比热容应不低于 $750 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，短时间可承受 $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ 的高温冲击，使用寿命不低于 40000 h 。

6.1.2.3 加热设备：

a) 燃烧器应符合 GB/T 19839 的规定；

b) 电加热器应符合 JB/T 2379 的规定。

6.1.2.4 换向阀门泄漏率应不大于 1%。

6.1.2.5 隔热层材料应符合 GB/T 3003、GB/T 11835 和 GB/T 16400 的规定。

6.1.2.6 蓄热体支架（炉栅）应采用高强度和防腐耐温材料。

6.1.2.7 有机废气中含有腐蚀性气体成分时，RCO 主体应选用防腐耐温材料制造。

6.1.3 RCO 制作要求：

6.1.3.1 RCO 外观应平整光洁、涂层均匀，无锈蚀、无锐边或毛刺，无明显擦痕、漏喷现象，螺栓孔应均匀、无变形或缺口。

6.1.3.2 气密性：焊缝和管道连接处等均应严密，焊接质量应符合 JB/T 5943 的规定。

6.1.3.3 RCO 应进行整体内隔热，绝热内衬设计应符合 HG/T 20642 的规定。

6.1.4 工业有机废气中 VOCs 浓度较高，且有多余热量需要导出时，应增加热旁通装置。

6.2 设计要求

6.2.1 RCO 的运行温度宜为 $250 \text{ }^\circ\text{C}$ - $500 \text{ }^\circ\text{C}$ ，应根据废气成分及催化剂种类而设定。

6.2.2 催化床的设计空速宜为 10000 h^{-1} - 40000 h^{-1} ，应考虑废气成分与催化剂种类等因素而设定。

6.2.3 催化床升温速率应在 $5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ - $10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 之间。

6.3 性能要求

6.3.1 净化效率应不小于 95%，或出口污染物排放浓度和速率应达到国家或者地方有关排放标准的要求。

6.3.2 热回收效率应不小于 85%。

6.3.3 压力损失应不大于 4000 Pa 。

6.4 安全要求

6.4.1 RCO 本体表面应有明显高温防烫安全标识和防护。

6.4.2 RCO 本体或其连接的管道应设置防爆泄压装置。

6.4.3 RCO 应设置安全可靠的催化床测温装置和温度过高报警装置，当催化床温度超过设定值时，能发出声光报警信号，并开启热旁通将 RCO 内部高温烟气导出。

6.4.4 RCO 蓄热床气体进出口位置应安装测温装置。

6.4.5 RCO 电气部件的外壳防护等级应不低于 IP54。

6.4.6 RCO 本体以及配套电机和控制仪表的防爆等级应不低于现场的防爆等级。

6.4.7 RCO 应具备短路保护和接地保护功能, 接地电阻应小于 $4\ \Omega$ 。

6.4.8 RCO 电气回路的绝缘电阻应不小于 $500\ M\Omega$ 。

6.4.9 应预留检修口, 必要时设置钢梯和平台。

6.5 冷态运行试验要求

6.5.1 换向阀门按照设定时间切换正常, 无异响, 并有信号反馈;

6.5.2 压力、温度和浓度等仪表信号正常显示。

6.6 热态运行试验要求

6.6.1 换向阀门按照设定时间切换正常, 无异响, 并有信号反馈;

6.6.2 压力、温度和浓度等仪表信号正常显示;

6.6.3 催化床温度超出设定温度范围时应能自动开启或关闭加热设备;

6.6.4 RCO 本体表面温度与环境温度之差应不大于 $40\ ^\circ\text{C}$ 。

7 试验方法

7.1 基本要求试验方法

7.1.1 按照规定程序批准的图纸和技术文件检验 RCO 的外观、焊接、加工及装配质量。

7.1.2 所用材料和部件应具备性能检测报告或相关证明文件。

7.1.3 制作要求试验方法:

7.1.3.1 目视检查 RCO 外观、内部隔热和内衬, 符合 6.1.3.1 和 6.1.3.3 的要求。

7.1.3.2 用煤油测试气密性。试验时, 气温不得低于 $5\ ^\circ\text{C}$ 。在试验件焊缝上涂白粉, 另一侧涂上足量煤油, 经 30 min 后在涂白粉的表面未出现黑色油斑时, 则认为该焊缝无缺陷; 反之则必须铲除缺陷之处, 重焊后再行试验。

7.2 性能试验要求

7.2.1 RCO 的净化效率和压力损失按 HJ/T 389 的规定进行试验。

7.2.2 RCO 的热回收效率测试方法: 同时测试额定稳定工况下, 一个周期内 RCO 进出口气体的平均温度及 RCO 内催化床高温侧温度, 重复 3 次, 计算平均值, 根据 3.12 中公式计算得到热回收效率。

7.3 安全试验要求

7.3.1 温度测量、声光报警装置的性能, 防爆泄压装置的破开压力和电器回路的绝缘电阻的检验方法见 HJ/T 389。

7.3.2 电器部件的外壳防护等级按 GB/T 4208 规定检测。

7.3.3 RCO 本体以及配套电机和控制仪表按 GB 50058 和 GB/T 4208 的规定进行检测。

7.3.4 接地设施按 GB 50057 的规定进行检测。

7.3.5 钢梯及平台按 GB 4053 的规定进行检测。

7.4 冷态运行试验要求

连接试验风机和管道。连续运行 4 h，循环操作 3 次。检查换向阀门动作及可靠性；检查压力、温度和浓度等仪表信号反馈的准确和可靠性。

7.5 热态运行试验要求

应在冷态运行试验合格后进行热态运行试验。RCO 加热升温至设定的催化床温度，连续运行 8 h。检查换向阀门动作及可靠性；检查压力、温度和浓度等仪表信号反馈的准确和可靠性；检查 RCO 内催化床温度超出设定温度范围时加热设备自动开启或关闭情况；升温 4 h 后，用表面温度计在 RCO 本体表面随机测量 10 个点的温度，记录最大值。

8 检验规则

8.1 RCO 应逐台进行出厂检验和现场检验。

8.2 出厂检验项目及要求的按 7.1、7.3、7.4 的规定。

8.3 现场检验项目及要求的按 7.2、7.5 的规定。

8.4 任一检验项目不合格，则判定为该产品不合格。应进行调整和改进，调整和改进后重新进行检验。

9 标牌、标志、包装、运输和贮存

9.1 产品标牌、标志和包装按 GB/T 13306 和 GB/T 13384 的有关规定执行。

9.2 产品在运输和贮存过程中，应防水、防脏污、防腐蚀，避免撞击、挤压。